

**Список літератури:** 1. *Piatek K.B.* Sources of nitrate in snowmelt discharge: evidence from water chemistry and stable isotopes of nitrate / Kathryn B. Piatek, Myron J. Mitchell, Steven R. Silva, Carol Kendal // Water, Air, and Soil Pollut. – 2005. – 165, № 1–4. – P. 13–35. 2. *Singleton Michael J.* Tracking sources of unsaturated zone and groundwater nitrate contamination using nitrogen and oxygen stable isotopes at the Hanford Site, Washington / Michael J. Singleton, Katharine N. Woods, Mark E. Conrad, Donald J. Depaolo, P. Evan Dresel // Environ. Sci. and Technol. – 2005. – 39, № 10. – P. 3563–3570. 3. *Menkouchi Sahli M. A.* Technical optimisation of nitrate removal from ground water by electrodialysis using a pilot plant / Sahli M. A. Menkouchi, M. Tahaikt, I. Achary, M. Taky, F. Elhanouni, M. Hafsi, M. Elmghari, A. Ellmidaouia // Desalination. – 2004 – № 167. – P. 359. 4. *Иевлева О.С.* Методы удаления нитратов из природных и питьевых вод / О.С. Иевлева, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2006. – 28, № 3. – С. 256–273. 5. *Mackiewicz Jolanta.* Usuwanie azotanow z wod podziemnych na selektywnych zywicach anionowymiennych IONAC / Jolanta Mackiewicz, Andrzej Dziubek // Ochr. srod. – 2005. – № 4. – с. 45–47. 6. *Öztürk N.* Nitrate removal from aqueous solution by adsorption onto various materials / Neşe Öztürk, Ennil T. Bektaş // J. Hazardous Mater. – 2004. – 112, № 1–2. – P. 155–162. 7. *Polatides C.* Electrochemical removal of nitrate ion from aqueous solution by pulsing potential electrolysis / C. Polatides, M. Dortsiou, G. Kyriacou // Electrochim. acta. – 2005. – 50, № 25–26. – P. 5237–5241. 8. *Медянцева Д.Г.* Электролиз нитратных растворов / Д.Г. Медянцева, С.В. Шинкина // Изв. вузов Сев. Кав. регион. Естеств. Н. – 2008. – Спец. вып. – С. 94–97, 136. 9. *Лозовский А.В.* Исследование фотокаталитической активности Ag/TiO<sub>2</sub> катализаторов реакции восстановления нитрат-ионов в водных средах / А.В. Лозовский, И.В. Столярова, Р.В. Приходько, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2009. – 31, № 6. – С. 631–642.

*Поступила в редколлегию 11.01.2012*

## УДК 628.31

**Н. А. БУКАТЕНКО**, канд., техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков

### ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

У даній статті розглянуті фізичні методи очищення миючих розчинів після миття автомобілі – відстоювання і фільтрування, а також фізико-хімічні методи – пінна флотація і електрокоагуляція.

**Ключові слова:** відстоювання, фільтрування, пінна флотація, електрокоагуляція.

В данной статье рассмотрены физические методы очистки моющих растворов после мойки автомобилей – отстаивание и фильтрование, а также физико-химические методы – пенная флотація и электрокоагуляция.

**Ключевые слова:** отстаивание, фильтрование, пенная флотація, электрокоагуляция

In this article methods of physical the purification detergent solution after washing of automobiles – sedimentation and filter and methods of physical-chemical – flotation of soap-suds and electro coagulation are presented.

**Keywords:** sedimentation, filter, flotation of soap-suds, electro coagulation.

#### 1. Исследование состава, степени загрязнения и влияния синтетических поверхностно-активных веществ на моющие растворы после мойки автомобилей

На поверхности автомобиля в условиях эксплуатации скапливаются мельчайшие частицы пыли, песка, сажи, солей, органических соединений. Многочисленными исследованиями доказано, что удалить эти микроскопические частицы можно лишь с помощью специальных моющих растворов (МР),

приготавливаемых на основе синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ). СПАВ применяются для стабилизации составов МР, поэтому сильно усложняют процесс извлечения примесей из загрязненных сточных вод (СВ).

С целью установления влияния изучаемых СПАВ на процессы очистки воды от примесей, были проведены лабораторные исследования на МР с имитацией процесса мойки автомобиля. Учитывали, что в такие растворы кроме СПАВ попадают частицы глины, песка, почвы, отработанное смазочное масло, бензин. Количество загрязняющих примесей может изменяться в широком диапазоне, однако из всего этого многообразия можно выделить группу веществ, которые являются доминирующими – взвешенные вещества (ВВ), нефтепродукты (НП), СПАВ [1]. Эти доминирующие вещества в свою очередь в процессе мойки автомобилей могут изменяться в очень широких пределах.

Согласно литературным данным [2, 3, 4, 5] концентрации НП в СВ после мойки автомобилей изменяются от 20 до 1000 мг/дм<sup>3</sup> и зависят от многих факторов: метеорологических условий, при которых эксплуатировался автомобиль, типа автомобиля, его размера, условий заправки, техобслуживания и т.д. В отдельных случаях нижний предел содержания НП в СВ может значительно увеличиваться. Поэтому при проведении экспериментальных исследований приняли содержание НП в СВ в пределах от 100 до 800 мг/дм<sup>3</sup>. Пределы изменения количества этих и других основных загрязняющих компонентов, вносимые в моделируемые растворы после мойки автомобилей, а также их средние значения приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные загрязняющие примеси в МР после мойки автомобилей

Наименование загрязняющей примеси	Количество вещества, мг/дм <sup>3</sup>		
	минимальное min	среднее ср	максимальное max
ВВ	1000	4500	8000
НП	100	450	800
СПАВ	10	170	330

По данным этой таблицы с учетом минимального, среднего и максимального количества основных загрязняющих компонентов ВВ (В) – частиц минерального происхождения; НП (Н) – отработанного смазочного масла и СПАВ (С) можно было бы составить 27 комбинаций моделируемых растворов. Так как при проведении экспериментов в МР добавлялись еще и различные типы СПАВ, то это привело бы к еще большему увеличению числа комбинаций моделируемых растворов. Поэтому при проведении исследований МР ограничились средним количеством основных загрязняющих веществ в растворах, включающих пять различных типов СПАВ (HсрВсрСср<sub>n</sub>) [6, 7].

С целью удобства сравнения результатов исследований, все изучаемые МР, как с различными СПАВ, так и раствор без СПАВ, включали одинаковое количество загрязняющих веществ по ВВ и НП. Растворы с различными СПАВ включали и одинаковое количество этих веществ.

При эксперименте использовались СПАВ, которые наиболее часто применяются для приготовления моющих средств (МС) технического назначения и компоненты, входящие в состав этих МС в наибольшем процентном соотношении. В частности, использовались следующие типы СПАВ:  $C_1$  – натриевая соль вторичных  $C_{10}$ - $C_{18}$  алкилсульфатов;  $C_2$  – Лабомид 101;  $C_3$  – Синтамид-5;  $C_4$  – натриевая соль вторичных  $C_{10}$ - $C_{18}$  алкилсульфатов + 12% МЭА;  $C_5$  – соль триэтаноламина [1]. Таким образом, получилось пять разных МР: НсрВсрСср<sub>1</sub>, НсрВсрСср<sub>2</sub>, НсрВсрСср<sub>3</sub>, НсрВсрСср<sub>4</sub>, НсрВсрСср<sub>5</sub> со СПАВ и для сравнения исследовали один МР без СПАВ НсрВср.

Для полученных растворов были определены следующие физические показатели: пленка – присутствует; запах – НП 2 б (слабый болотный); без цвета; мутность – средняя; осадок – средний, коричневый, хлопьеобразный; температура растворов  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Пробы растворов для определения вышеизложенных показателей отбирались в соответствии с методикой, изложенной в литературе [8, 9].

В растворах НсрВсрСср<sub>1-5</sub> и НсрВср определяли концентрацию грубодисперсных примесей (отфильтрованных); растворенных примесей (выпаренных) и осевших примесей (отстоянных).

Концентрацию грубодисперсных примесей определяли в пробах перемешанных МР объемом 200 мл. Пробы растворов для анализа отбирали сифоном с половины высоты химического стакана (1000 мл). Концентрацию грубодисперсных примесей в растворах при температуре от 16 до 21°C определяли весовым методом.

Концентрацию растворенных примесей определяли для исходных отфильтрованных растворов по методике сухого остатка. Концентрацию осевших примесей определяли исходя из исходной, за вычетом грубодисперсной и растворенной концентраций.

Концентрации НП для исходных МР при нейтральных значениях рН среды определяли гравиметрическим методом (определение НП при концентрации их выше 3 мг/дм<sup>3</sup>) и СПАВ (анионоактивные препараты, суммарное определение).

## **2. Очистки растворов физическими методами и распределение загрязнений по их дисперсности**

**Очистка отстаиванием.** Техническое моделирование процесса очистки МР НсрВсрСср<sub>1-5</sub> и НсрВср методом отстаивания осуществлялось на специальной лабораторной установке (рис.1), представляющей собой набор цилиндров (шесть штук) диаметром 50 мм (0,05 м) 2, рабочим объемом каждого 500 мл. Цилиндры имеют круглое днище с выпуском осадка 4 и приспособления 3 для отбора проб раствора с определенного уровня отстаивания [10, 11].

Растворы, с помощью химического стакана заливались в цилиндры установки до необходимой отметки.

Концентрацию грубодисперсных примесей определяли после отстаивания в течение различных интервалов времени: 60, 105, 180, 300, 600 и 900 с в верхнем слое воды объемом 125 мл, что соответствует высоте отстаивания – 69 мм.

Верхний водный слой отстаивающихся растворов отбирали для анализов с помощью сифона. Концентрации грубодисперсных примесей в растворах, до и после отстаивания при температуре в пределах от 16 до 21°C, определяли весовым методом. Для чего, равные объемы МР, до и после отстаивания, фильтровали через бумажный фильтр до постоянного веса и, по разнице веса фильтров с осадком и без него, определяли содержание ВВ в изучаемых растворах [8, 9].

Исходя из изменения концентрации примесей во времени, рассчитан эффект отстаивания исследуемых МР. Расчет производился по формуле:

$$\mathcal{E}_t = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $C_0$  – начальная концентрация примесей в растворе, мг/дм<sup>3</sup>;  
 $C_t$  – текущая концентрация примесей за время  $t$ , мг/дм<sup>3</sup>.

### ***Распределение частиц по их дисперсности***

Наиболее общими и характерными признаками, загрязняющих воду веществ, являются формы нахождения их в воде. Поэтому возникла необходимость изучения фазового состояния в воде примесей, известной степени характеризуемой дисперсностью веществ (величина, обратная размеру частиц примесей) и определяющей закономерности, которым подчиняются протекающие в этой среде процессы очистки [12, 13].

Дисперсность, как технологический показатель, имеет большое значение при очистке МР после мойки автомобилей, т.к. позволяет получить полную картину распределения частиц по размерам. После мойки автомобилей в МР попадает пыль и грязь, которые являются источниками создания грубодисперсной системы. Как правило, эти системы седиментационно неустойчивы, т.е. их частицы оседают под действием силы тяжести. Эффективность процесса очистки МР зависит не только от количества, но и от характера взвешенных частиц, в частности от степени их дисперсности.

Для экспериментального исследования дисперсности, изучаемых растворов, предпочтение имеет микроскопический метод. Этот метод хотя и является весьма трудоёмким, однако обладает рядом преимуществ: дает возможность непосредственного подсчета числа частиц определенного размера, а не их массы; полученные данные не зависят от плотности частиц; повышение точности результатов достигается с увеличением числа просмотренных полей зрения и т.д.

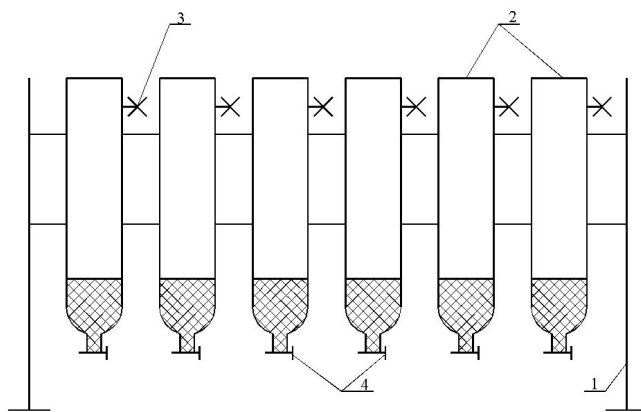


Рис. 1. Схема лабораторной установки для отстаивания МР:

1 – штатив; 2 – цилиндры диаметром  $d = 50$  мм (0,05 м) для отстаивания; 3 – отводы для отбора проб при определении остаточной концентрации взвешенных веществ; 4 – отводы для выпуска осадка

В качестве основного прибора при исследованиях использовался микроскоп биологический рабочий МБР-1, предназначенный для исследования препаратов в проходящем свете в светлом поле [11, 14].

Для определения дисперсности необходимо определить размер частиц и их количество. Подсчет частиц производился с использованием микроскопа и счетной камеры Горяева – Тома, которая представляла собой толстое предметное стекло, разделенное бороздками. На центральную часть стекла нанесена сетка. Площадь квадрата сетки указана на одной из сторон предметного стекла и соответствует  $1/25 \text{ мм}^2$  (большой квадрат) или  $1/400 \text{ мм}^2$  (малый квадрат). Часть предметного стекла, на которой нанесена сетка, на 0,1 мм ниже двух других сторон. Это глубина камеры, она всегда указывается на предметном стекле [15].

Для анализа с помощью биологического микроскопа, пробу, в виде капли, отбирали пипеткой из МР. Каплю помещали на предметное стекло и тщательно размешивали. Концентрация частиц не должна была быть слишком большой, чтобы в поле зрения они не накладывались друг на друга. Пробу покрывали покровным стеклом. Размеры отдельных частиц определяли путем отсчета числа делений окулярной линейки, на которую проектировалась частица. Полученное число умножали на цену деления окулярной шкалы, которая определялась с помощью камеры Горяева – Тома и равна 0,014 мм.

Для получения сведений о гранулометрическом составе, подсчитывали число частиц разных размеров. Частицы классифицировали по эквивалентному диаметру [11, 14].

**Эксперименты по определению количества частиц и их размеров для каждого из исследуемых растворов проводились трехкратно, после чего были получены усредненные значения.**

#### ***Очистка фильтрованием***

Способность примесей разной степени дисперсности образовывать с водой гетерогенные или гомогенные системы позволила авторам [12, 13, 16] разработать классификацию примесей по их фазово-дисперсному состоянию. Согласно этой классификации все примеси СВ делятся на четыре группы в соответствии с размерами частиц независимо от их природы.

Исследуемые МР относятся к первой группе примесей, которые составляют нерастворимые в воде грубодисперсные загрязнения, образующие суспензии и эмульсии. Это группа в которой размер частиц колеблется от  $10^{-2} \dots 10^{-5}$  см. Примеси, в исследуемых растворах могут быть органической и неорганической природы, к этой же группе относятся микроорганизмы, которые могут попадать на поверхность автомобиля. Примеси образуют с водой гетерогенные кинетически неустойчивые системы. Процессы, используемые для удаления веществ этой группы, основываются на осветлении воды с помощью безреагентных и реагентных методов.

В настоящее время для безреагентного удаления грубодисперсных примесей, как правило, используют физические методы. Физические методы включают очистку растворов седиментацией, фильтрованием через пористые перегородки, очистку в силовых полях под воздействием гравитационных, электрических, магнитных и других сил.

Выбор того или иного метода очистки раствора зависит от требований, предъявляемых к очищенной воде (как по общему содержанию загрязнений, так и по размерам их частиц), от физико-химических свойств МР и содержащихся в нем загрязнений, а также места установки и условий эксплуатации применяемых для очистки устройств.

Более универсальными очистителями являются фильтры, эффективность применения которых практически не зависит от свойств грубодисперсных примесей и связана исключительно с соотношением размеров частиц и пор фильтрующей перегородки.

При проведении экспериментальных исследований для удаления ВВ из изучаемых МР использовали фильтрование через матерчатый материал – фильтровальную ткань бельтинг (плотная и очень прочная техническая ткань, выполненная из кручёной хлопчатобумажной пряжи с применением химических волокон).

Проба для эксперимента отбиралась из отстоянного в течении 15 мин раствора объемом 200 мл из верхнего слоя жидкости и фильтровалась через бельтинг, помещенный в воронку. После окончания фильтрования, фильтр, вместе с отфильтрованными ВВ, помещался в сушильный шкаф, где высушивался при температуре 105°C. Количество отфильтрованных ВВ из исследуемых растворов находили по разности весов фильтра.

### **3. Очистка растворов физико-химическими методами и влияния рН среды на процесс пенной флотации**

#### ***Очистка пенной флотацией***

Одним из возможных методов очистки СВ после мойки автомобилей от СПАВ, НП и ВВ является метод пенообразования [17]. Сущность метода пенного фракционирования различных веществ заключается в адсорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) границей раздела фаз раствор–газ и в непрерывном снятии поверхностного слоя. При этом необходимо соблюдение двух условий: выделяемые ПАВ должны обладать хорошими пенообразующими свойствами и пена должна быть стабильной. Указанные требования значительно сужают круг веществ, к которым может быть применен этот метод. Однако, нужно учесть возможности выделения тех веществ, которые сами не образуют устойчивой пены, но благодаря взаимодействию с имеющимися в растворе ПАВ, обладают способностью концентрироваться в пенном продукте [18, 19].

В зависимости от природы и структуры гидрофильной части молекул, ПАВ делятся на две большие группы: ионогенные и неионогенные. Ионогенные ПАВ, в свою очередь, разделяют на два основных класса: анионные и катионные.

Типы СПАВ, которые применяли, относятся к различным классам ПАВ:  $C_1$  – натриевая соль вторичных  $C_{10}$ - $C_{18}$  алкилсульфатов,  $C_4$  – натриевая соль вторичных  $C_{10}$ - $C_{18}$  алкилсульфатов +12% МЭА – к анионным ионогенным ПАВ;  $C_2$  – Лабомид 101 и  $C_3$  – Синтамид-5 – к неионогенным ПАВ;  $C_5$  – соль триэтаноламина – к катионным ионогенным ПАВ. Перечисленные классы СПАВ обладают различной флотационной активностью [18, 20].

На процесс пенообразования влияют многие факторы: скорость и время продувания диспергированного воздуха через водный раствор; высота слоя

продуваемого раствора; рН раствора (вспенивающее действие сильнее при наименьшей диссоциации молекул ПАВ); температура (с повышением температуры вспенивание возрастает). Но прежде всего, действие пенообразователей (ПАВ) зависит от состава и строения молекул, а также от концентрации ПАВ в растворе [17, 19, 20].

Максимальная степень извлечения ПАВ достигается при меньших скоростях подачи воздуха. С увеличением скорости продувания диспергированного воздуха, объем пенного продукта резко возрастает, а концентрация ПАВ в пене снижается, несмотря на возрастание общего количества его в пенном продукте.

С целью понижения содержания взвешенных частиц (ВЧ) в растворах, проведены исследования процесса очистки отстающих и отфильтрованных изучаемых МР НсрВсрСср<sub>1-5</sub> и НсрВср методом пенной флотации с диспергированием воздуха через пористые материалы. Эксперименты проводились на специальной лабораторной установке, приведенной на рис.2.

Установка состояла из стеклянного цилиндра 2 диаметром 0,035 м, рабочим объемом 200 мл и высотой 0,21 м, являющимся флотационной камерой с мелкопористой загрузкой 3, в нижней его части. Цилиндр был укреплен на штативе 1. МР подавался в верхнюю часть вертикально установленного цилиндра, в нижнюю часть цилиндра закачивался воздух от аспиратора 6 типа МРТУ. Включение и выключение аспиратора производилось с помощью тумблера 8. Сжатый воздух поступал в МР по резиновой трубке 5 через мелкопористую загрузку (гальку), флотируя загрязнения микропузырьками. Высота загрузки составляла 0,02 м, пористость – 10,5 %. Скорость продувания диспергированного воздуха через растворы составляла 0,0083 м/с. Расход воздуха измерялся ротаметрами 9, снабженными вентилями с ручками 7, и поддерживался в пределах 0,5 л/мин. Диаметр пузырьков 1-2 мм, регулировался зажимом 4. Исследуемые МР содержали низкие концентрации СПАВ, поэтому время, необходимое для извлечения этих компонентов, было выбрано

минимальным и, по продолжительности флотации, составило 5 минут (300 с). Температура растворов поддерживалась комнатной и составляла  $18 \pm 2$  °С. Эксперименты проводились для растворов при нейтральных значениях рН среды (7,1-8,3), с первоначальной концентрацией НП от 31,5 до 180,4 мг/дм<sup>3</sup> и содержанием СПАВ от 0,018 до концентрации НП и СПАВ 0,131 мг/дм<sup>3</sup>.

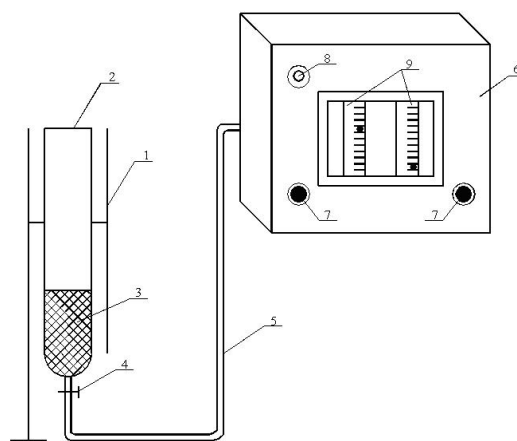


Рис.2. Схема лабораторной установки для очистки растворов флотацией

Пробы для анализа раствора отбирали из нижней части цилиндра. В отобранных пробах определяли остаточную

### ***Влияние рН среды***

На эффективность процесса понижения концентрации СПАВ, НП и остаточного содержания ВЧ значительно влияет рН обрабатываемых растворов. От концентрации водородных ионов косвенно зависит скорость фильтрования и отстаивания, т.к. при ее изменении изменяется степень агрегитирования частиц. Существует связь между водородным показателем жидкости и электрокинетическим потенциалом на поверхности твердых частиц, образующих суспензию [9].

Длинноцепочечные органические ионы ПАВ своими активными группами притягиваются к неорганическим коллоидам, обладающим противоположными зарядами. Поскольку сродство гидрофобных частей молекул ПАВ к воде меньше, чем сродство друг к другу, они, при соответствующих условиях (перемешивание, изменение рН среды), слипаются и тем самым своеобразным мостиком соединяют в глобулу связанные с ними коллоидные частицы [18, 19].

Для эксперимента использовали отстаивные и отфильтрованные через бельтинг изучаемые растворы. Изменение рН среды для растворов  $\text{HcpBcpCcp}_{1-5}$  и  $\text{HcpBcp}$  проводили в диапазоне от 4 до 9 с помощью добавлений 10% раствора NaOH и 0,1 н HCl. Значения рН растворов в ходе эксперимента измеряли иономером ЭВ-74. В исследуемых флотированных растворах присутствовали малорастворимые соединения, поэтому производили отделение их от растворов после флотации новым фильтрованием.

Все пробы исследуемых МР после флотации оставляли на сутки, затем определяли концентрацию малорастворимых примесей в растворах при  $t$  от 16 до 21<sup>0</sup>С весовым методом, с помощью бумажного фильтра «белая лента».

Степень очистки МР, при различных его значениях рН, определяли как отношение, выраженное в процентах, количества отфильтрованных малорастворимых примесей к общему количеству этих примесей в растворе до процесса очистки пенной флотацией.

#### ***Очистка электрокоагуляцией***

В настоящее время для доочистки СВ, загрязненных НП, ВЧ и СПАВ, широко используются электрохимические методы очистки [21, 22, 23, 24]. Одним из таких методов является электрокоагуляция. В результате электрокоагуляция образуются агрегаты – более крупные вторичные частицы, состоящие из скопления более мелких первичных. Первичные частицы таких скоплений соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей дисперсной среды. Электрокоагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и, следовательно, уменьшением их числа в объеме дисперсионной среды. В поле постоянного тока ускоряются процессы формирования и осаждения электрокоагулированной взвеси; повышается степень очистки воды от примесей фильтрованием; улучшается отделение эмульгированных НП. Газы, выделяющиеся на электродах, облегчают условия очистки воды за счет окисления примесей.

Для изготовления электродов используются самые разнообразные материалы. В качестве катодов можно использовать любые материалы, обладающие достаточной электропроводностью: железо, нержавеющую сталь и т.д.



Из металлических анодов в настоящее время наибольшее применение получили аноды из железа (сталь) и алюминия. Для очистки СВ предпочтительно использование стальных анодов, так как при этом в воду переходят ионы двухвалентного железа, которые соединяясь с гидроксильными группами, образуют гидрат закиси железа, являющийся хорошим коагулянтom. В присутствии кислорода воздуха гидрат закиси железа окисляется до гидрата окиси. Хлопья гидрата окиси и гидрата закиси железа сорбируют на своей поверхности загрязнения и удаляются из очищаемой воды отстаиванием и фильтрованием. Поэтому при доочистке загрязненных МР после мойки автомобилей методом электрокоагуляции в качестве анода и катода использовали стальные пластины или стальные стержни.

Для исследования использовали отстаивные и профильтрованные непосредственные МР [24] НсрВсрСср<sub>1</sub>, содержащий натриевую соль вторичных С<sub>10</sub>-С<sub>18</sub> алкилсульфатов, в виде СПАВ; НсрВсрСср<sub>2</sub>, содержащий Лабомид 101; НсрВсрСср<sub>3</sub>, содержащий Синтаид-5; НсрВсрСср<sub>4</sub>, содержащий натриевую соль вторичных С<sub>10</sub>-С<sub>18</sub> алкилсульфатов +12% МЭА; НсрВсрСср<sub>5</sub>, содержащий соль триэтаноламина и НсрВср – без СПАВ. Опыты проводились на экспериментальных установках, представленных на рис.3.

Первоначально экспериментальная установка (см. рис.3 – I вариант) была выполнена в виде открытого вертикального двухсекционного сосуда 11, изготовленного из оргстекла, диаметром 0,02 м, высотой 0,19 м и рабочим объемом раствора 100 мл. Снизу сосуд закрывался резиновой пробкой 9 и крепился на штативе 10. Разделение на секции в сосуде производилось электрокоагуляцией пластмассовым колпаком. Для периодического удаления с поверхности электродов отложений, состоящих из органических веществ и механических примесей, в колпаке предусмотрен патрубок с зажимом 8 для подачи воздуха и воды в нерабочий период.

Электродами служили параллельно установленные железные пластины 7, площадью 0,0003 м<sup>2</sup> каждая и расстоянием между ними 0,005 м. Подвод постоянного электрического тока осуществляли через выпрямитель тока 1 типа ВСА – 5К, снабженного амперметром 3, вольтметром 4, регулятором силы тока 5, переключателем режимов работы 6, тумблером включения и выключения выпрямителя 2 и клемной колодкой для подвода питания из электросети. Подвод тока к электродам осуществлялся с помощью гибкого кабеля, присоединенного к катодным стержням, расположенным в нижней части анодной и катодной пластин.

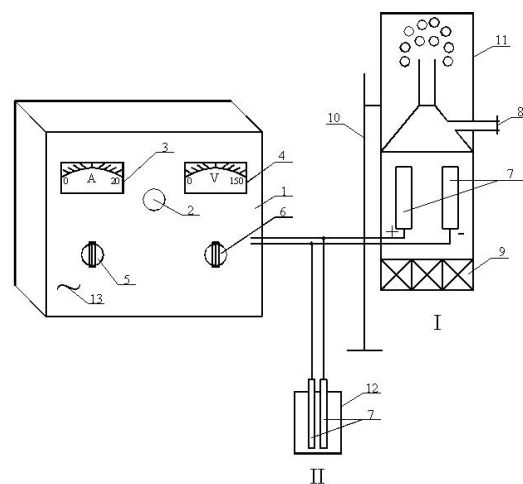


Рис.3. Схема лабораторной установки для очистки МР методом

МР подавали в верхнюю часть вертикально установленного сосуда, в нижней части находился раствор электролита. Пробы для анализа растворов после электрокоагуляции сливали в стеклянный цилиндр.

В качестве электролита использовалась природная вода, т.к. растворенные в ней газы, минеральные и органические вещества в той или иной степени диссоциированы на ионы, а коллоидные и ВВ в большинстве случаев несут определенный заряд [22].

При наложении однородного электрического поля на исходный раствор в двухсекционном сосуде электрообработки наблюдали образование агрегатов, которые флотировались пузырьками газа, образующегося в процессе электролиза. Предложенная установка не способствовала равномерному распределению пузырьков газа, следовательно, оптическая плотность исследуемого раствора изменялась скачкообразно. Поэтому осуществили ряд изменений в экспериментальной установке, для достижения равномерного уменьшения оптической плотности, связанной с временем электрокоагуляции.

Для проведения дальнейших опытов экспериментальная установка была модернизирована (см. рис.3 – II вариант). Двухсекционный сосуд был заменен стеклянным цилиндром 12 диаметром 0,045 м; высотой 0,09 м и рабочим объемом раствора 100 мл. Electroдами служили параллельно установленные железные стержни 7, выполненные из стали марки Ст3, площадью 0,00035 м<sup>2</sup> каждый и расстоянием между ними 0,005 м. После электрокоагуляции МР отстаивали в стеклянном цилиндре и через определенные интервалы времени из него отбирали пробы для определения оптической плотности.

В ходе эксперимента проводили серии опытов, в которых выясняли влияние на эффект очистки МР времени электрообработки и плотности тока. Основную величину, которая характеризовала эффект очистки МР – оптическую плотность измеряли колориметром фотоэлектрическим концентрационным типа КФК – 2МП. Время с момента отбора пробы до момента измерения оптической плотности (эффект отстаивания) не превышало 2 – 3-х минут. Исследования проводились при плотности тока 0,0128 и 0,0183 А/см<sup>2</sup> при этом напряжение на электродах электрокоагулятора изменялось соответственно от 8 до 15 В.

#### **Выводы:**

– разработанные экспериментальные установки и методики проведения экспериментов позволили в лабораторных условиях изучить очистку моющих растворов после мойки автомобилей методами: отстаивания; фильтрования, с использованием тканей типа бельтинг; пенной флотацией; электрокоагуляцией при плотности тока 0,0128 и 0,0183 А/см<sup>2</sup>.

**Список литературы:** 1. Букатенко Н. А. Исследование отработанных моющих растворов после мойки автомобилей / Н. А. Букатенко // Науковий вісник будівництва. – Х., 2001. – Вип. 15. – С. 279 – 282. 2. Хват В. М. Контроль за выпуском сточных вод автотранспортных предприятий в водные объекты и комплекс сооружений для их очистки / В. М. Хват, А. В. Рошкевская, Т. Я. Заславская // Экономические, технические и организационные основы охраны вод: сб. науч. тр – Х., 1986. – С. 166–173. 3. Хват В. М. Рекомендации по контролю за выпуском в водные объекты сточных вод и поверхностного стока автотранспортных предприятий / Хват В. М. – Х.: ВНИИВО, 1985. – 15 с. 4. Злотник М. Очистные сооружения на мойке автомобилей /М. Злотник, А. Павлюк // Автомобильный транспорт. – 1992. – № 1. – С.

47.5. *Шинкарев В. Т.* Мойка автомобилей. Очистные сооружения для сточных вод / В. Т. Шинкарев // Автомобильная промышленность. – 1993. – № 12. – С. 22 – 23. 6. Основы научных исследований / [Глушенко И. М., Пинскер А. Е., Полянчиков О. И., Трикило А. И.] / – К.: Вища школа, 1983. – 158 с. 7. *Бондарь А. Г.* Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры): [учебное пособие]. / Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. – К.: Вища школа, 1980. – 264 с. 8. *Лурье Ю. Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод / Лурье Ю. Ю. – М.: Химия, 1984. – 448 с. 9. Унифицированные методы исследования качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран – членов СЭВ : в 5 ч. / [Разраб. Атасов А.]. – М.: Секретариат СЭВ, 1987. – Ч. 1: Методы химического анализа вод. Т. 1: Основные методы. – 1987. – 592 с. 10. *Букатенко Н. А.* Обобщение результатов очистки стоков после мойки автомобилей методом отстаивания / Н. А. Букатенко // Коммунальное хозяйство городов. – К., 2002. – Вып. 35. – С. 109 – 112. 11. *Букатенко Н. А.* Исследование возможности очистки и использования стоков после мойки автомобилей в замкнутых системах оборотного водоснабжения / Н. А. Букатенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Х., 2002. – Вып. 6. Т. 2. – С. 134 – 141. 12. *Кульский Л. А.* Технология водоочистки на основе дисперсности примесей / Кульский Л. А. – К.: КИСИ, 1986. – 67 с. 13. *Кульский Л. А.* Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: в 2 т. / Л. А. Кульский, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко. – К.: Наукова думка, 1980. – 1206 с. 14. *Букатенко Н. А.* Определение дисперсности взвесей от количества частиц определенного диаметра в отработанных моющих растворах  $H_{cp}V_{cp}C_{cp1-5}$  и  $H_{cp}V_{cp}$  / Н. А. Букатенко // Науковий вісник будівництва. – Х., 2002. – Вип. 17. – С. 209 – 212. 15. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: для биол. фак. ун-тов / [Пименова М. Н., Гречушкина Н. Н., Азова Л. Г. и др.]; под ред. Н. С. Егорова. – [2-е изд.]. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 215 с. 16. *Яковлев С. В.* Канализация. Водоотведение и очистка сточных вод / Яковлев С. В. – М.: Стройиздат, 1987. – 319 с. 17. *Букатенко Н. О.* Очищення стічних вод після миття автомобілів методом флотації / Н. О. Букатенко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XII міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 травня 2004 р. : анотації доповідей. – Х., 2004. – С. 680. 18. Очистка сточных вод с применением поверхностно-активных веществ / В. Г. Березюк, О. В. Евтюхова, Ю. П. Беличенко, А. М. Касимов. – М.: Металлургия, 1987. – 96 с. 19. *Пушкарев В. В.* Физико-химические особенности очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ / В. В. Пушкарев, Д. И. Трофимов. – М.: "Химия", 1975. – 144 с. 20. *Бедрик Б. Г.* Растворители и составы для очистки машин и механизмов: справ. изд. / Бедрик Б. Г., Чулков П. В., Калашников С. И. – М.: Химия, 1989. – 176 с. 21. *Проскуряков В. А.* Очистка нефтепродуктов и нефтесодержащих вод электрообработкой / В. А. Проскуряков, О. В. Смирнов. – СПб.: Химия, 1992. – 112 с. 22. Очистка воды электрокоагуляцией / Л. А. Кульский, П. П. Строкач В. А. Слипченко, Е. И. Сайгак. – К.: Будівельник, 1978. – 112 с. 23. *Яковлев С. В.* Электрохимические методы очистки воды / С. В. Яковлев, В. Н. Рогов. – М.: Стройиздат, 1987. – 300 с. 24. *Букатенко Н. А.* Перспективные малоотходные системы очистки воды после мойки автомобилей / Н. А. Букатенко // Техносфера та її безпека : міська наук.-метод. конф., 15 жовт. 2003 р. : тези доповідей. – Х., 2003. – С. 47-48.

*Поступила в редколлегию 15.01.2012*

## УДК 665.3

**Л.М. КУЗНЕЦОВА**, м.н.с., УкрНДІОЖ НААН, Харків,  
**П.Ф. ПЕТИК**, канд.техн.наук, УкрНДІОЖ НААН, Харків,  
**І.М. ДЕМИДОВ**, докт.техн.наук, УкрНДІОЖ НААН, Харків,  
**В.Ю. ПАПЧЕНКО**, канд.техн.наук, УкрНДІОЖ НААН, Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ

У роботі розглянуто фракціонування пальмової олії кристалізацією з розчину в органічному розчиннику. Встановлено умови одержання фракцій пальмової олії при відношенні пальмова